

学校编码: 10384

分类号_____ 密级 _____

学号: X2008230072

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

面向楼宇巡更机器人的 ZigBee 无线传感器网络
设计与实现

Design and Implementation of ZigBee Wireless Sensor Network for
Building Patrol Robot

庄招荣

指导教师姓名: 张海英 副教授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2010 年 8 月

论文答辩日期: 2010 年 9 月

学位授予日期: 2010 年 9 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2010 年 8 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ）1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ）2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

无线传感器网络集中了微机电、感知、嵌入式计算、分布式信息处理和无线通信等技术，形成了一种全新的信息获取和处理模式。布局、覆盖、节点定位、网络通信协议是传感器网络研究中的几个基本问题。其中，网络通信协议和节点定位问题是无线传感器网络众多应用的前提，也是传感器网络研究中的热点问题之一。

基于 IEEE802.15.4 标准的 ZigBee 技术是一种新兴的低成本、低功耗、低速率的短距离无线通信技术。随着 ZigBee 技术越来越多地被用于家庭自动化、遥测遥控、汽车自动化和医疗护理等应用领域，基于 ZigBee 网络的实时定位问题正日益受到关注。

本文主要分三部分，首先是提出项目的背景和需求；第二部分是理论研究部分，根据项目的需求，从多种技术标准和实现方法中选择合适的技术标准和实现方法；第三部分是系统的设计实现和测试部分，主要阐述软硬件的实现和耦合过程及主要接口设计、数据通信、测试结果等内容。

在理论研究部分，本文首先介绍了 IEEE802.15.4 标准及以此为基础构建的 ZigBee 协议栈构架，讨论 ZigBee 的技术优势，分析了使用其作为网络传输核心技术的优势和可行性。其次，研究了当前几种定位技术及算法，详细阐述了基于 RSSI 的定位原理及算法。因基于 RSSI 定位技术成熟成本较低的特点，本文选择了基于 RSSI 作为系统定位的平台。

设计部分从楼宇巡更机器人的特点及需求出发，根据现有的硬件条件基础，提出了楼宇巡更机器人的总体设计。在本系统中，选择乐高 NXT 机器人作为移动平台，以 ZigBee 作为无线通信标准，选择 TI 公司的 CC2430 芯片实现 ZigBee 网络，使用 CC2431 芯片作为实现无线定位系统的硬件基础。在无线传感器网络(WSN)软件设计实现中，利用符合 ZigBee 标准的德州仪器 TI 推出的 Z-Stack 构建 WSN 平台，介绍了协议栈具体的运行机制及各层的 API 函数，分析并讨论了 PC 机与协调器之间以及网络节点的通信，重点研究了协调器节点和传感器节点的程序实现，并针对具体的实验环境给出节点的布置方案。最后在 IAR 开发平台上，利用 CC2430 实现了网络的组建，利用 CC2431 实现了无线定位，并对该定位系统进行了测试，测试结果基本达到了项目要求的远程控制、视野外定位等功能。

关键词：无线传感器网络；ZigBee 协议；无线定位；楼宇巡更机器人

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Wireless sensor networks focus on the micro-electronics, sensing, embedded computing, distributed information processing and wireless communications technologies, has formed a new mode of information acquisition and processing. Layout, cover, node localization, sensor networks, network communication protocol is a study of several fundamental problems. Among them, the network communication protocol and the node localization problem is that many applications of wireless sensor networks, the premise of sensor networks is a hot issue in one

Based on IEEE802.15.4 standard ZigBee technology is a new low-cost, low power, low-rate short-range wireless communications technology. With ZigBee technology are increasingly being used for home automation, remote sensing and control, automation and automotive applications such as medical care, based on real-time positioning of ZigBee networks is a growing concern.

This paper divided into three parts, first proposed the project background and needs, is the theory part of the second part, the project needs, from a variety of technical standards and implementation methods to select the appropriate technical standards and implementation methods. The third part is the system design implementation and testing of some of the main set of hardware and software implementation and the coupling process and main interface design, data communications, test results and so on.

In theory, this article introduces the IEEE802.15.4 standard and as a basis for the ZigBee protocol stack architecture building to discuss the advantages of ZigBee technology, analysis of network traffic using its core technology as the advantages and feasibility. Second, the study of several current positioning technology and algorithms, described in detail the principles of positioning based on RSSI and algorithm. RSSI-based positioning for easier to achieve lower cost characteristics, the paper selected as a system based on RSSI positioning platform.

Design part of the article proposes the design of building curising robot, based on the features of the patrol robot and based on the existing base of hardware conditions. In this system, select the Lego NXT robot as a mobile platform to ZigBee as a wireless communication standard, select TI's CC2430 chip ZigBee networks, using the cc2431 chip wireless positioning system as the hardware base. In the wireless sensor network (WSN) design implementation software to obtain a standard of the Texas Instruments TI presents Zigbee the Z-Stack to construct WSN platform for the presentation protocol stack specific operating system and the layers of the API function, analysis and discussed the PC, and the coordinator of communications network nodes and between the focus of a coordinating node and sensor node programs to achieve, and given specific experimental

environment node layout. Finally, IAR development platform, using the network to achieve the formation of CC2430, CC2431 achieved using wireless location, and the positioning system were tested.

Key words: WSN; ZigBee Protocol; Wireless Location; Building Patrol Robot

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 项目背景	1
1.2 无线传感器网络简介	1
1.2.1 无线传感器的发展与现状	2
1.2.2 无线传感器网络的特点	3
1.3 IEEE 802.15.4/ZigBee 概述	4
1.3.1 IEEE 802.15.4/ZigBee 通信标准的优势	4
1.3.2 与几种无线通信标准的比较	5
1.3.3 小结	7
1.4 论文的主要内容及安排	7
1.4.1 论文的主要内容	7
1.4.2 论文的安排	7
第二章 ZigBee 技术标准	9
2.1 ZigBee 协议体系结构	9
2.1.1 物理层 (PHY)	10
2.1.2 介质访问控制层 (MAC)	11
2.1.3 网络层 (NWK)	12
2.1.4 应用支持子层 (APS)	12
2.2 网络拓扑结构	13
2.3 数据通信	15
第三章 无线传感器的定位技术	18
3.1 定位算法	18
3.1.1 基于测距的定位机制	18
3.1.2 基于非测距的定位机制	19
3.2 室内定位技术	20
3.2.1 光跟踪定位技术	20

3.2.2 室内 GPS 定位技术	20
3.2.3 蓝牙技术.....	20
3.2.4 超声波技术.....	21
3.2.5 RFID	21
3.2.6 ZigBee.....	21
3.3 小结.....	22
第四章 系统总体设计.....	23
4.1 系统总体设计目标.....	23
4.2 ZigBee 无线传感器网络设计	23
4.2.1 硬件设计.....	23
4.2.2 CC2430 芯片	24
4.2.3 ZigBee 传感器节点设计.....	26
4.2.4 开发平台.....	28
4.3 ZigBee 无线传感器定位系统设计	29
4.3.1 硬件选择.....	29
4.3.2 无线定位系统 CC2431 芯片简介	30
4.3.3 基于 RSSI 的 ZigBee 无线定位算法	31
4.4 移动平台设计.....	32
4.4.1 乐高 NXT 机器人	32
4.4.2 NXT 硬件	34
4.4.3 NXT 与网络节点的连接	35
4.5 小结.....	36
第五章 系统实现与测试.....	37
5.1 ZigBee 网络实现.....	37
5.1.1 Z-STACK.....	37
5.1.2 网络形成.....	37
5.1.3 网络初始化配置.....	38
5.1.4 路由器和终端设备加入网络.....	38
5.1.5 路由设计.....	39

5.1.6 数据传输.....	40
5.1.7 实验测试与结果.....	41
5.2 无线传感器定位系统实现.....	42
5.2.1 定位引擎的实现.....	43
5.2.2 RSSI 参数	44
5.2.3 协调器.....	45
5.2.4 信标节点.....	48
5.2.5 目标节点.....	50
5.2.6 实验结果与测试.....	52
5.3 移动机器人系统实现.....	56
5.3.1 开发平台.....	56
5.3.2 I2C 通讯模块.....	56
5.3.3 I2C 通讯模块实现.....	56
5.4 小结.....	57
第六章 总结与展望	58
6.1 总结.....	58
6.2 展望.....	58
参考文献	60
致 谢	63

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter1 Introduction	1
1.1 Background	1
1.2 Introduction of Wireless Sensor Networks.....	1
1.2.1 Development and Status of Wireless Sensor	2
1.2.2 The Characteristics of Wireless Sensor Networks.....	3
1.3 IEEE 802.15.4/Zigbee Overview.....	4
1.3.1 Advantages of IEEE 802.15.4/Zigbee.....	4
1.3.2 Comparison of other Wireless Communication Standards	5
1.3.3 Summary.....	7
1.4 Outline of Thesis.....	7
1.4.1 Thesis Main Content	7
1.4.2 Arrangement of Thesis	7
Chapter 2 ZigBee Technology Standard	9
2.1 ZigBee Protocol Architecture.....	9
2.1.1 PHY.....	10
2.1.2 MAC	11
2.1.3 NWK.....	12
2.1.4 APS	12
2.2 Network Topology.....	13
2.3 Data Communication.....	15
Chapter 3 Positioning Technology of Wireless Sensor.....	18
3.1 Location Algorithm.....	18
3.1.1 Distance-based Positioning System	18
3.1.2 Positioning Mechanism Based on Non-Ranging	19
3.2 Indoor Positioning Technology	20
3.2.1 Optical tracking Location Technology	20
3.2.2 Indoor GPS Positioning Technology	20
3.2.3 Bluetooth	20
3.2.4 Ultrasonic Technology	21
3.2.5 RFID	21
3.2.6 ZigBee.....	21

3.3 Summary.....	22
Chapter 4 System design.....	23
4.1 System design Goals.....	23
4.2 ZigBee Wireless Sensor Network design	23
4.2.1 Hardware design	23
4.2.2 CC2430 Chips design	24
4.2.3 ZigBee Sensor Node design.....	26
4.2.4 Development Platform	28
4.3 ZigBee Wireless Sensor Positioning System	29
4.3.1 Hardware Options	29
4.3.2 Introduction of Wireless Positioning System CC2431Chip	30
4.3.3 RSSI of the Zigbee-based Wireless Location Algorithm.....	31
4.4 Mobile Platform design	32
4.4.1 Lego NXT	32
4.4.2 NXT Hardware.....	34
4.4.3 NXT connection with the Network Node	35
4.5 Summary.....	36
Chapter 5 System Implementation and Testing	37
5.1 ZigBee Network Design	37
5.1.1 Z-STACK	37
5.1.2 Network Formation	37
5.1.3 Configure the Network Initialization	38
5.1.4 Join the Network Routers and Terminal Equipment.....	38
5.1.5 Routing Design	39
5.1.6 Data transmission.....	40
5.1.7 Experiment and Results	41
5.2 Wireless Sensor Positioning System	42
5.2.1 Positioning Engine Design.....	43
5.2.2 RSSI Parameter	44
5.2.3 Coordinator	45
5.2.4 Beacon Node.....	48
5.2.5 Target Node.....	50
5.2.6 Test Results	52

5.3 Mobile Robot System.....	56
5.3.1 Development Platform	56
5.3.2 I2C Communication Module	56
5.3.3 I2C Communication Module Design	56
5.4 Summary.....	57
Chapter 6 Summary and Outlook	58
6.1 Summary.....	58
6.2 Outlook.....	58
References	60
Acknowledgements	63

厦门大学博士论文摘要库

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库